

хрома [Текст] / О.М. Подковыркина, Б.П. Середа, В.Г. Бурындин // Материалы IV Междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Пермь, 2005 г.) – Пермь: ПГТУ, 2005. – С. 72-74.

2. Тагер А.А., Домбек Ж.С. //Коллоид. журнал. 1953. Т. 15, №1. 69-80.

3. Тагер А.А. Физикохимия полимеров [Текст] / А.А. Тагер. 1978. 544 с.

4. Тагер А.А., Каргин В.А. //Коллоидный журнал. 1952. Т. 14, № 5. 367-371.

УДК 630.86

С.П. Санников, Е.Н. Сорокин  
(S.P. Sannikov, E.N. Sorokin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА (MODELLING OF THE PAPER CLOTH MACROSTRUCTURE)**

*Предлагается способ моделирования качества бумаги на основе управления макроструктурой бумажного полотна при производстве и разработке технологии, позволяющий моделировать композитную структуру бумажного полотна в процессе формирования на сеточном столе и сушильной части БДМ.*

*Modeling of the paper quality on the basis of management of the paper cloth macrostructure during papermaking and development of technology. The proposed method allows modeling a composite structure of the paper cloth during its formation on a net table and drying part of paper-making machine.*

Предлагаемый способ позволяет методами вычислительного моделирования экспериментировать со структурой композитного волокнистого материала (бумаги), а также позволяет произвести расчеты взаимодействия волокна между собой и с наполнителем. Целью работы является показать возможность управления процессом формования бумажного полотна при производстве бумаги [1 – 3] на уровне нанотехнологии, укладывая волокна в строго заданном положении.

Поэтому предлагаемый способ является актуальным в поиске новых алгоритмов [4] управления качеством бумаги на основе параметров, изменение и контроль которых осуществим при использовании уже имеющихся технических средств контроля и управления, за счет улучшения структуры их использования.

Процесс моделирования композитной структуры бумаги происходит в два этапа. На первом этапе производится расчет числа соприкосновений с использованием теории ДЛФО для коллоидных систем путем определения сил притяжения  $U_m$  и отталкивания  $U_{от}$ , которые позволяют смоделировать геометрическое положение волокна в композитной системе. При этом приняты следующие допущения: волокна имеют определенную геометрическую форму, располагаются в вертикальной и горизонтальной плоскости слоями. На втором этапе производится расчет взаимодействия волокна с образованием пустот.

При реализации данного алгоритма применен метод, который позволяет не строить всю структуру, а система реагирует на события, происходящие в местах контакта волокон, в данный момент времени. Это служит двум целям: во-первых, такая модель получается реалистичнее, во-вторых, тратится меньше ресурсов компьютера. Также это позволяет выбирать практически любую форму волокна, что позволяет моделировать структуру практически любого композита и с любым количеством вкраплений и примесей.

Визуализация процесса моделирования представляет собой постепенное заполнение «модельного поля» заранее сгенерированными частицами, которые создаются с использованием алгоритма построения кривых Безье и других сплайнов, т.е. создается геометрия с конечными размерами.

Далее идет расчет взаимодействий по точкам соприкосновения, причем ведется не по всей структуре, а дискретно, с определенным шагом. Этот способ несколько облегчает алгоритм, хотя возможен и свободный шаг. Для расчета взаимодействия необходимо знать диаметр сечения волокна в точке соприкосновения с другим волокном и расстояние между волокнами (рис. 1).

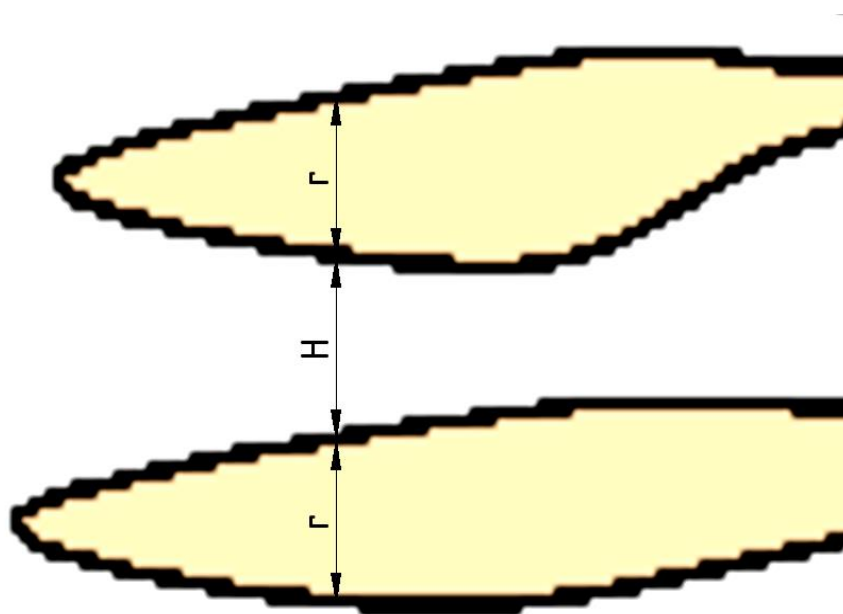


Рис. 1. Иллюстрация к расчетной формуле

Расчет энергии взаимодействия (притяжения  $U_m$  и отталкивания  $U_{от}$ ) в отдельных точках соприкосновения волокон целлюлозы производится по хорошо известным формулам.

Вышесказанное позволяет моделировать энергетическое поле напряженно-деформированного состояния в волокнистой структуре (рис. 2) с использованием итерационного алгоритма Папковича – Найбера.

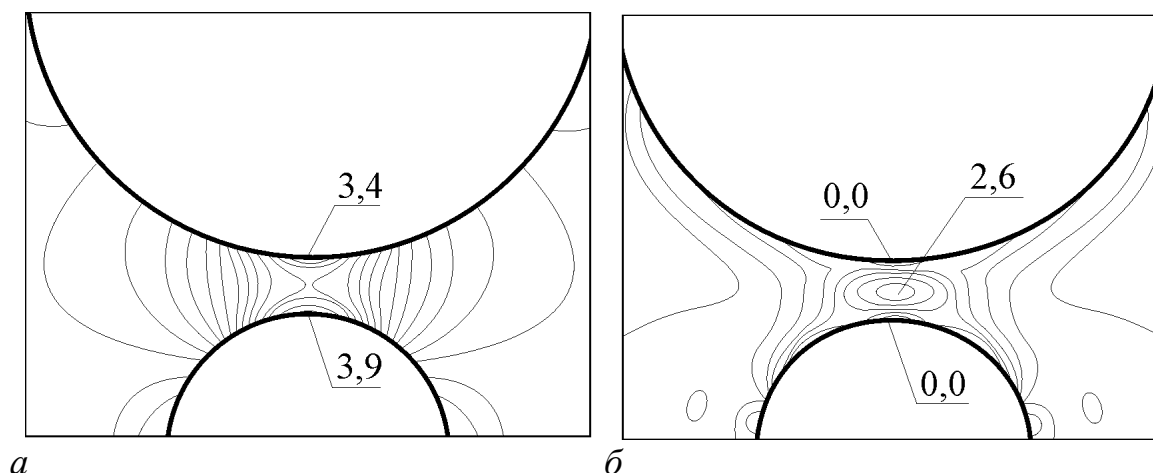


Рис. 2. Распределение гидростатических полей напряжений (а) и их интенсивности (б)

Метод заключается в представлении энергии взаимодействия  $U_i^{(n)}$  путем перемещения через гармонические потенциалы  $\varphi_0^i, \varphi_1^i, \varphi_2^i, \varphi_3^i$ , в которых вектор  $U_i$  имеет вид

$$2\mu U_i = \nabla \left( \varphi_0^i + (r - r_i) \sum_{k=1}^3 \varphi_k^i e_k \right) - 4(1 - \nu) \sum_{k=1}^3 \varphi_k^i e_k ,$$

где  $e_1, e_2, e_3$ , — базисные векторы прямоугольной декартовой системы координат;

$\mu$  — модуль сдвига;

$\nu$  — коэффициент Пуассона;

$\varphi_0^i, \varphi_1^i, \varphi_2^i, \varphi_3^i$  — потенциалы (скалярные функции);

$r$  — радиус-вектор точки среды;

$r_i$  — радиус-вектор точки, лежащей внутри  $i$ -го включения.

### Библиографический список

1. Лутова, О.А. Автоматическая система по определению электрокинетического потенциала [Текст]/ О.А. Лутова, С.П. Санников // Научное

творчество молодежи – лесному комплексу России. Материалы III всероссийской науч.-техн. конф. Ч. 1. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. С. 275–277.

2. Колотов, Ф.А. Влияние электродной системы на погрешность измерения  $\zeta$ -потенциала [Текст]/ Ф.А. Колотов, Е.Н. Сорокин, С.П. Санников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Материалы III всероссийской науч.-техн. конф. Ч. 1. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. С. 270 – 271.

3. Сорокин, Е.Н. Влияние ДЭС на электродную систему [Текст]/ Е.Н.Сорокин, Э.В. Ермолаев, С.П. Санников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Материалы IV всероссийской науч.-техн. конф. Ч. 2. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – С. 59 – 63.

4. Структурные механизмы формирования механических свойств зернистых композитов [Текст]. Под ред. В.В. Мошева. Екатеринбург: УрО РАН, 1997, 508 с.

УДК 674

Б.К. Иванов

(B.K. Ivanov)

ЗАО «ВНИИДРЕВ», Балабаново

(ZAO “VNIIDREV”, Balabanovo)

**РОСТ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКСПОРТНОЙ ПРОДУКЦИИ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ВЫДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА  
(THE GROWING OF THE REQUIREMENTS TO EXPORT PRODUCT WOOD COMPOSITE MATERIAL ON THE FORMALDEHYDE EMISSION CONTROL)**

*Древесные композиционные материалы российских производителей могут удовлетворять требованиям CARB (2007) по ограничению выделения формальдегида.*

*The wood composite materials of Russian manufacturers can meet the requirements of CARB (2007) on formaldehyde emission control.*

26 апреля 2007 в штате Калифорния были приняты ограничения - меры [1], которые распространяются на производителей, поставщиков, импортеров, изготовителей (изделий) и розничных продавцов древесных композиционных материалов (ДКМ), панелей из фанеры, ДВПсп (МДФ), ДСП, а также готовых изделий из этих материалов. Одновременно правительства других штатов и возрастающее число потребителей в Северной Америке требовали от поставщиков проведения сертификации согласно упомянутым калифорнийским требованиям. Причем наиболее серьезные